ÜBER SOGENANNTE "FITNESSTESTS" ALS HILFSMITTEL ZUR LEISTUNGSSTEIGERUNG

HEIO GERDES

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546003_0035

Aus der Sportmedizinischen Abteilung der
Chirurgischen Universitätsklinik, München

Direktor: Prof. Dr. med. M. Pöschl

Über sogenannte "Fitnesstests" als Hilfsmittel zur Leistungssteigerung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Heio G e r d e s

aus Fürstenfeldbruck

1971

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität M ü n c h e n

Berichterstatter: Prof. Dr. med. H.W. Kirchhoff

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. M. Pöschl

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 2.12.1971

UNIV. LEIDEN BIBL.

Inhaltsangabe

		Seite
I.	Einleitung und Problemstellung	1
II.	Verschiedene "Konditionsprogramme"	7
	1. Der sogenannte "Magglinger Konditionstest"	7
	2. Der "6 BX Plan"	8
	3. Das "COOPERsche Bewegungstraining"	11
	4. Der "Fitnesstest" nach GERBERT	13
III.	Methodik	17
	1. Probanden	17
	2. Trainingsprogramm	17
	3. Untersuchungsmethodik	18
	4. Statistik	22
IV.	Ergebnisse eigener Untersuchungen	25
	1. Punktergebnisse des Konditionstests	25
	2. Korrelation -Alter, Größe, Gewicht-Punktzahlen	26
	3. Ergebnisse der spiroergometrischen Untersuchungen	28
	a. Sauerstoffaufnahme	28
	b. Kohlensäureabgabe	28
	c. Atemminutenvolumen	33
	d. Atemäquivalent	33
	e. Pulsfrequenz	34
	f. Blutdruck	35
	g. Sauerstoffpuls	35
	4. Vergleich zwischen Punktergebnissen und spiroergometrischen Größen	38
	5. Statistische Ergebnisse der Spiroergometrie	38
V.	Besprechung der Ergebnisse	46
VI.	Zusammenfassung	52
VII.	Literatur	54

I. Einleitung und Problemstellung

Immer dringlicher wird der Wunsch nach Wiedererlangung und Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit, insbesondere einer Verbesserung der Ökonomie des cardio-pulmonalen Systems. Der zunehmende Bewegungsmangel ist eine der Ursachen für die häufig auftretenden funktionellen Herz- und Kreislauferkrankungen. Nicht nur sportmedizinisch, sondern auch allgemeinmedizinisch besteht daher großes Interesse die Folgen der Bewegungsarmut, insbesondere der Kreislauferkrankungen sowie Störungen des Stoffwechsels und des Bewegungs- und Stützapparates durch geeignete Methoden zu beheben. In Deutschland wird dieses Problem von verschiedenen Seiten angegangen:

- vom Sportlehrer, als Erzieher für Leibesübungen in Schulen, Vereinen, großen Betrieben und militärischen Einheiten
- über den sogenannten "zweiten Weg" in Verbindung mit dem "goldenen Plan". Es ist vorgesehen, das bestehende Sportstättennetz nach einem feststehenden Plan zu erweitern, um jedermann zu ermöglichen nach Belieben Sport zu betreiben
- vom Arzt und Bewegungstherapeuten, der im Bewegungsmangel die damit zusammenhängenden Erkrankungen erkennt und heilend einzugreifen versucht. So werden z.B. prophylaktische Maßnahmen bei Kindern bereits im Vorschulalter ergriffen, und im schulpflichtigen Alter können Kinder mit Haltungsschwächen am "Schulsonderturnen" teilnehmen.

Beim Erwachsenen steht die cardio-pulmonale Leistungsminderung im Vordergrund, die durch spezielle Trainingsprogramme wiederhergestellt werden soll. Es wurde eine Vielzahl von Trainingsprogrammen entwickelt, um die physische Leistungsfähigkeit zu steigern. Auch in den Rehabilitationszentren für Herz- und Kreislaufkranke bestand der Wunsch, durch geeignetes Training eine schnelle Leistungssteigerung zu erzielen, ohne den Übenden durch Überlastung zu gefährden. Möglichst frühzeitig nach Feststellung der Diagnose soll in diesen Zentren mit Übungen

begonnen werden, um die ungünstigen Einwirkungen durch langdauerndes Liegen zu vermeiden. Diese Therapie bedarf strenger ärztlicher Überwachung.

Völlig andere Ziele werden mit Trainingsprogrammen verfolgt, die die Leistungsfähigkeit der Sportler verbessern sollen. Als Voraussetzung zum Aufbau eines differenzierten speziellen Trainings in den einzelnen Sportarten gilt die "gute Kondition". Unter dem Begriff der "Kondition" wird heute von Sportfachleuten eine "Harmonie aller Anlagen" des Organismus verstanden, d.h. einer Harmonie von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Geschicklichkeit und Beweglichkeit.

Als maßgebender Faktor für die Beurteilung der individuellen Leistungsfähigkeit wird sportmedizinisch die Steigerung der allgemeinen Ausdauer, insbesondere die Funktionstüchtigkeit des sauerstoffaufnehmenden und -transportierenden Systems (Herz, Kreislauf und Atmung) betrachtet. HOLLMANN (11), MELLEROWICZ (20). Die bisher angewandten Methoden der Steigerung der Kondition bestehen in den folgenden drei Trainingsformen: Dauerlauf, Intervalltraining, Circuittraining.

Unter Dauerlauf oder Langstreckenlauf wird jeder Lauf über eine Strecke von 1500 m und mehr, unabhängig von der gelaufenen Zeit, verstanden. Im Gegensatz zum Dauerlauf wird beim Intervalltraining der kontinuierliche Lauf durch kurze Erholungspausen, in denen der Übende sich weiterhin aktiv verhält, unterbrochen. Die zu laufenden Intervalle (Strecken) dürfen nur so lang sein, daß sie immer noch angepaßt schnell und in großer Anzahl gelaufen werden können. Das Intervalltraining fordert viele Wiederholungen der Läufe, das maximale Lauftempo sollte 6-7 m/sec nicht überschreiten, da sonst der Charakter und die Wirkung des Trainings grundlegend verändert wird. Es wird in der Leichtathletik bei Mittel- und Langstreckenläufern angewandt, um den mühsamen Dauerlauf als Trainingsform abzulösen. Der Trainingseffekt des Intervall-

trainings soll dem des Dauerlaufs entsprechen. "Die Belastungsreize des Intervalltrainings sind richtig dosiert, wenn sie die Schlagfrequenz des Herzens auf etwa 180 Schläge steigern - nicht jedoch darüber hinaus". REINDELL (25)

Das Circuittraining oder Zirkeltraining wird in der Form des "Body-building-Systems" durchgeführt. Die Übenden durchlaufen einen Parcour, auf dem einzelne Übungsstationen aus verschiedenen Geräten aufgebaut sind, an denen trainiert wird. An den einzelnen Stationen darf nur eine festgesetzte Zeit trainiert werden, dann wird an das nächste Gerät gewechselt. Die aktive Erholungsphase des Wechselns von einem Gerät zum anderen entspricht im zeitlichen Aufwand im allgemeinen der Übungszeit. Jedoch lassen sich die Erholungspausen verkürzen.
Gleichzeitig können mehrere Sportler an einer Station üben. MORGAN und ADAMSON (22), JONATH (12).

Das Circuittraining kann wegen des hohen technischen Aufwandes lediglich in größeren Kollektiven wie Vereinen, Schulen, militärischen Einheiten oder Ähnlichem durchgeführt werden. Es besitzt jedoch den Vorteil, daß es in Sporthallen durchgeführt werden kann.

Sportler trainieren nach den genannten Trainingsprogrammen mit gutem Erfolg. Jedoch sind diese Programme für Spitzensportler nicht ausreichend. Außer einer guten Kondition wird ein überdurchschnittliches Koordinations- und Reaktionsvermögen gefordert.

Flugzeugführer und Astronauten müssen jedoch noch höheren Anforderungen des Reaktions-, Koordinations- und Kreislaufregulationsvermögens genügen. Sie sind beruflich verpflichtet diese Eigenschaften zu erhalten respektive zu verbessern. Ein rasches und adäquates Kreislaufregulationsvermögen ist bei diesem Personenkreis wichtiger als physisches Leistungsvermögen.

Der Pilot oder Astronaut, der sich während der Ausübung seines Berufes in relativer körperlicher Inaktivität befindet, wird durch Auftreten von Schwerelosigkeit, ein Vielfaches von Gravitationskräften, Sauerstoffmangel, Druckabfall, Temperaturunterschieden und erheblichem psychischen Stress über die Norm beansprucht und unphysiologischen Herz- und Kreislaufbelastungen ausgesetzt.
Gerade bei kreislauflabilen Personen, aber auch bei Piloten und Astronauten ist ein spezielles Kreislauftraining indiziert. Das Muskeltraining kann weitgehend vernachlässigt werden, jedoch muß ein Spezialtraining außer einem guten Kreislaufeffekt die Regulationsmechanismen der Atmung und des vegetativen Nervensystems positiv beeinflussen.

Immer wieder wurde versucht, durch geeignete Kurztrainingsprogramme eine Konditionsverbesserung zu erzielen, jedoch waren sie zeitlich oder technisch zu aufwendig, um sich als Standardprogramm durchzusetzen.

Von GERBERT (7) wurde ein Vorschlag für ein Fitnessprogramm gemacht, welches ermöglichen soll, die körperliche Leistungsfähigkeit zu erhalten und zu verbessern. Dieses Programm kann gleichzeitig als Leistungstest zur Beurteilung des Trainierenden herangezogen werden.
Im Vergleich zu anderen Trainingsprogrammen erfüllt der Fitnesstest einige Kriterien, die der Übende an ein Konditionstraining stellt:

1. Jeder, unabhängig von Alter, Beruf, Geschlecht und sportlichen Ambitionen kann den Fitnesstest durchführen.
2. Er ist einfach im Aufbau und in der Durchführung.
3. Er ist unabhängig von Ort und Zeit, sowie von Sportstätten, Geräten und Hilfsmitteln.
4. Er ist zeitlich wenig aufwendig und genügend abwechslungsreich in der Bewegungsform, so daß Freude am Üben und an der Bewegung geweckt werden kann.

5. Er ist unkompliziert in der Ausführung und der Punktzuwachs leicht zu messen.

Den obengenannten Bedingungen verdankt der Fitnesstest seine schnelle Ausbreitung und seine Beliebtheit.

Vom ärztlichen Standpunkt aus müssen andere Forderungen an ein Konditionstraining gestellt werden, um ein Kreislauftraining, insbesondere für Piloten, zu garantieren. Es sollten außer den erwähnten Kriterien noch folgende Forderungen erfüllt sein:

1. Eine Adaptation an die Belastung und an das Trainingsprogramm soll durch eine gleiche Übungsfolge gegeben sein, um nicht während des Trainings ständig umlernen zu müssen.
2. Das Programm soll in der Dauer, in der Häufigkeit und in der Intensität des Übens steigerungsfähig sein.
3. Es soll einen raschen Trainingseffekt vermitteln, wobei unter Trainingseffekt nach COOPER (4) folgendes verstanden wird:
   a) Erhöhung des Atemminutenvolumens
   b) Ökonomisierung von Herz und Kreislauf
   c) Ausbildung von Anastomosen
   d) Zunahme der Gesamtblutmenge
   e) Erhöhung der Sauerstoffaufnahme
   f) Tonusverbesserung der Skelettmuskulatur
   g) Umwandlung von Fett- und Muskelgewebe

Ein Konditionstest wie der zu untersuchende Fitnesstest, soll eine deutliche und zuverlässige Aussage über die körperliche Leistungsfähigkeit eines einzelnen oder eines Kollektivs machen. Er soll vorwiegend die Arbeit des cardiopulmonalen und vegetativen Systems ökonomisieren und gegen Stresssituationen widerstandsfähiger machen.

Eine periodische Anwendung des gleichen Tests am gleichen Pro-

banden läßt eine sichere Aussage über den zur Zeit bestehenden Trainingserfolg und der körperlichen Verfassung zu. Der Test kann als Durchschnittsuntersuchung eines Kollektivs gewertet und für eine Zusammenstellung zu Standardwerten verwendet werden, so daß zu einem späteren Zeitpunkt einmalige Untersuchungen eine zuverlässige Aussage über die Leistungsfähigkeit des Untersuchten gemacht werden können. Ein solcher standardisierter Test wäre eine wesentliche Erleichterung zur Beurteilung der Berufs- und Erwerbsminderung.

II. Verschiedene "Konditionsprogramme"

1) Der sogenannte "Magglinger Konditionstest"

1962 wurden die ersten Versuche an der ETS Magglingen, Schweiz mit dem sogenannten "Magglinger Konditionstest" unternommen.

Er wurde in Anlehnung an das gebräuchliche Circuittraining entwickelt, welches für das allgemeine Konditionstraining häufig angewendet wurde.

Auf einem ca. 200 m langen Parcour sind 6 Stationen in bestimmter Reihenfolge zu durchlaufen, an denen der Proband eine Minute lang eine vorgeschriebene Übung zu absolvieren hat. Anschließend folgt eine ebenso lang andauernde Erholungspause, in der der Proband zur folgenden Station wechselt. RUEGSEGGER (27).
Jede an den einzelnen Stationen ausgeführte Übung während der Übungszeit wird mit einem Punkt bewertet. Die im Konditionstest erreichte Gesamtpunktzahl ergibt sich aus der Summe der Einzelpunktzahlen, die an den Stationen erreicht wurden. Sie wird als Maß für die aktuelle "Kondition" gewertet.

Beschreibung der Übungen:

1. Liegestütz in der üblichen Weise.
2. Lattenspringen mit geschlossenen Füßen.
   Die zu überspringende Latte hat eine Länge von 2 m und eine Höhe von 0,60 m. Jedes Überspringen wird mit einem Punkt bewertet.
3. Rumpfbeugen in Rückenlage.
   Rückenlage, die Füße werden unter einer 0,20 m hohen Latte fixiert, aufschnellen in den Langsitz, dabei Hände im Nacken. Ellenbogen berühren die Knie.
4. Stützspringen.
   Ein 1 m hoher Balken wird mit geschlossenen Füßen

hinter den aufgestützten Händen übersprungen. Jedes Überspringen wird mit einem Punkt bewertet.

5. Leiterhangeln.
   Leiterhangeln waagrecht mit frei hängendem Körper vorwärts und rückwärts. Leiterlänge 2 m, Sprossenabstand 0,40 m. Pro Sprosse wird ein Punkt gezählt.
6. Schlängellauf.
   Gestartet wird aus der Bauchlage, Lauf um 4 Pfosten, Abstand je 2 m, in Schlangenlinie bis über die gegenüberliegende Grundlinie, erneuter Start aus der Bauchlage.
   Pro passierten Pfosten wird ein Punkt gewertet.

2) Der "6 BX PLAN"

Der "Six Basic Exercises (6 BX) Plan" (6 Grundübungen Plan) der US Army wurde als bewegungstherapeutisches Mittel gegen die Fettleibigkeit und das Übergewicht entwickelt und 1963 im Informationsmagazin "The Official Army Information Digest" mit dem Artikel "Stressing Your Waistline" veröffentlicht. HEATON (8).

Dem Plan folgend, wird mit geringen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Übenden begonnen, um dann schrittweise die Belastung zu steigern.

Beschreibung der Einzelübungen:

1. Beugen und Strecken.
   Leichte Grätschstellung, Arme in Hochhalte. Aus dieser Grundstellung Rumpfbeuge vorwärts mit Kniebeuge und Durchschwingenlassen der Arme durch die gegrätschten Beine. Rückkehr in Ausgangsstellung.
2. Sprung in die Hocke.
   Bei dieser Übung handelt es sich um folgenden Bewegungsablauf:
   Grundstellung, Sprung in die Hocke mit gespreizten Knien, Sprung in den Liegestütz, Sprung in die Hock-

stellung, Grundstellung.

3. Ruderübung.
   Rückenlage, Arme über den Kopf gestreckt. Aufschnellen in den Hocksitz mit Vorhalte der Arme. Ausgangsstellung - Wiederholung.

4. Rumpfbeugen.
   Leichte Grätschstellung, Arme in die Hüfte gestützt, Kniebeuge mit Vorhalte der Arme, Ausgangsstellung, Rumpfbeuge vorwärts mit gestreckten Beinen, Ausgangsstellung.

5. Liegestütz.
   Ausführung in der bekannten Form, Arme seitlich der Brustmuskulatur.

6. Rumpfdrehen.
   Leichte Grätschstellung, Hände hinter den Kopf, Ellbogen nach hinten außen gedrückt. In dieser Stellung Rumpfkreisen, möglichst ohne in der Hüfte auszuweichen.

Der 6 BX Plan ist auf 6 stets gleichbleibenden Übungen aufgebaut, deren Anzahl mit fortschreitendem Training erhöht wird. Die Übungen werden immer in der gleichen Reihenfolge absolviert, die Übungszeit beträgt pro Einzelübung 2 Minuten. Erholungspausen werden nicht eingelegt, so daß das Übungsprogramm nach 12 Minuten abgeschlossen ist.

Mit dem Training wird mit der Stufe für die niedrigste körperliche Belastung z.B. "D-" begonnen. Innerhalb von 2 Minuten sind die in der folgenden Tabelle angegebenen 6 Einzelübungen anzahlmäßig durchzuführen.

Anzahl der zu tätigenden Übungen:

Stufe	Übungs-Nr.					
	1	2	3	4	5	6
A+	40	41	60	40	40	50
A	35	35	50	34	34	45
A-	31	30	40	30	32	42
B+	31	24	35	27	29	40
B	31	23	32	24	25	38
B-	30	21	30	22	23	36
C+	28	20	27	20	20	34
C	26	19	23	19	19	32
C-	22	18	20	17	18	31
D+	19	15	18	15	14	29
D	16	12	15	12	12	25
D-	14	10	13	9	10	20

Zur nächsthöheren Stufe z.B. "D" wird dann übergegangen, wenn die geforderte Anzahl der Einzelübungen erreicht wurde. Vergleiche obenangeführte Tabelle.

Die zugehörige Belastungsstufe wird durch das Alter des Übenden gegeben. Personen zwischen 18 und 25 Jahren beginnen mit der Stufe A-, Personen zwischen 26 und 29 Jahren mit der Stufe B+ und so fort.
Eine Übersicht ergibt die folgende Tabelle:

Verteilung auf Altersgruppen:

18	-	25	übt	A-
26	-	29	übt	B+
30	-	34	übt	B
35	-	39	übt	B-
40	-	44	übt	C+
45	-	49	übt	C

Personen über 49 Jahre beginnen mit C-.

3) Das "COOPERsche Bewegungstraining"

COOPER (4), Sportmediziner und Astronautentrainer der US Air Force, Texas veröffentlichte 1968 die Ergebnisse seiner langjährigen umfassenden Untersuchungen über die Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Dauertraining in den verschiedenen Sportarten unter dem Titel "Aerobics". Als Grundlage seines Trainings ist der Dauerlauf anzusehen.
Er ging von der Voraussetzung aus, daß nur aerob geleistete Arbeit die Grundlage eines jeden Trainingsprogramms bildet, und daß alle anaerob geleistete Arbeit ein ungünstiges Sauerstoffdefizit schafft und damit nicht zur Erhöhung der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit geeignet ist.
Er begann seine Untersuchungen mit Tests auf dem Laufband (treatmill). Die Laufbandgeschwindigkeit betrug zu Anfang 8 km/Std, die Steigung 5%. Nach einer Laufzeit von 3 Minuten wurde die Geschwindigkeit und die Steigung vergrößert. Alle 3 Minuten wurde die Belastung gesteigert, bis der Proband den Lauf abbricht. Als geeignetes Kriterium zur Entwicklung eines einfachen Punktsystems benutzte COOPER den Sauerstoffverbrauch während der Belastung. Mit der Berechnung nach Kilogramm/Körpergewicht (ml/kg/min) konnte er damit das unterschiedliche Körpergewicht der Probanden ausschließen.

Er ging von der Vorstellung aus, daß nur die maximale Sauerstoffmenge, die der Körper verarbeiten und in Energie umsetzen kann, das Maß für das Leistungsniveau ist.

Nach zeitlich aufwendigen Untersuchungen wurde jede Übung, bei der durchschnittlich 35 ml/kg/min Sauerstoff verbraucht wurde, mit 5 Punkten bewertet. Bei einem 12-Minutenlauf entspricht der genannte Sauerstoffverbrauch einer Strecke von 2 - 2,4 km. Nach der untenaufgeführten Tabel-

le gehört ein Proband, der diese Strecke in 12 Minuten absolviert in die "Leistungsgruppe III = mäßig". Diese Strecke muß täglich durchlaufen werden, um den Trainingseffekt zu erhalten. Wird in den 12 Minuten eine größere Strecke gelaufen, erhöht das den Trainingseffekt und gilt als Zeichen einer verbesserten Kondition.

Täglich sollen mindestens 5 Punkte erreicht werden, d.h. 30 Punkte pro Woche, wobei an den verschiedenen Tagen variiert werden kann und sogar gelegentlich nicht trainiert zu werden braucht, da die Punktzahl an einem anderen Tag nachgeholt werden kann.

Nach COOPERs Vorstellung spielt das Alter in bezug auf das Punktsystem keine wesentliche Rolle und braucht nicht berücksichtigt zu werden. Da mit zunehmendem Alter die Kondition und das Leistungsvermögen abnimmt, findet der physiologische Leistungsabfall seinen Ausdruck in einer geringeren Punktzahl.

Tabelle:

Leistungsgruppe:	Entfernung:	O_2-Verbrauch: (ml/kg/min)
I = sehr schlecht	weniger als 1,61 km	28 oder weniger
II = schlecht	1,61 km - 2 km	28,1 - 34
III = mäßig	2 km - 2,4 km	34,1 - 42
IV = gut	2,4 km - 2,8 km	42,1 - 52
V = sehr gut	mehr als 2,8 km	52,1 und mehr

COOPER dehnte dieses Schema auf fast alle Sportarten aus, so daß z.B. an einem Tag Tennis gespielt, am nächsten Tag geschwommen und am übernächsten Tag Golf gespielt werden kann. Voraussetzung bleibt allerdings, daß so lange in der einzelnen Sportart trainiert wird, daß in der Woche 30 Punkte erreicht werden.

Auch für Kreislaufkranke entwickelte COOPER nach einem ähnlichen Prinzip ein Bewegungsprogramm.

(Näheres siehe "Bewegungstraining")

4) Der"Fitnesstest" nach GERBERT (7)

Das Fitnessprogramm besteht aus 8 Übungen, die nacheinander durchgeführt werden. Der aktiven Phase des Übens über einen Zeitraum von 30 Sekunden folgt eine passive Erholungsphase von ebenfalls 30 Sekunden.

Alle Übungen werden in der Übungszeit so häufig wie möglich ausgeführt. Die Qualität der Ausführung der Übung muß gleich bleiben, da sonst der Wirkungsgrad und damit der Trainingseffekt gemindert wird.

Folgende Übungen werden genannt:

1. Rumpfbeugen.
   Hierbei handelt es sich um die Rumpfbeuge vorwärts, sie soll mindestens 15mal wiederholt werden, für jede Ausführung werden 10 Punkte berechnet.

2. Aus der Bauchlage Arme und Beine anheben.
   Diese Körperzusammenschlußübung soll mindestens 10mal geübt werden, für jede Ausführung erhält man 12 Punkte.

3. Aus der Rückenlage zur Sitzhaltung aufrichten.
   Diese Übung soll mindestens 10mal wiederholt werden, für jede Übung werden 12 Punkte berechnet.

4. Schlußsprünge auf der Stelle.
   Es handelt sich bei dieser Übung um hohe Hocksprünge, wobei die Oberschenkel die Brust berühren sollen. Diese Übung soll mindestens 20mal wiederholt werden, für jede Ausführung werden 6 Punkte bewertet.

5. Kniebeugen.
   Die Kniebeugen werden in Grundstellung ohne Vorhebhalte der Arme ausgeführt, beim Niedergehen werden die Knie gespreizt. Die Übung soll mindestens 15mal aus-

geführt werden, pro Übung werden 10 Punkte berechnet.

6. Schnelles Gehen auf der Stelle mit Beinanziehen. Hierbei wird abwechselnd das rechte oder das linke Bein angehoben, so daß die Knie mindestens die Gürtellinie erreichen. Als Leistungsminimum werden 40mal gefordert, jede Wiederholung wird mit 4 Punkten bewertet.

7. Liegestütze.
Die Liegestütze werden in bekannter Form ausgeübt, jedoch bleiben die Knie während des gesamten Bewegungsablaufs am Boden. 10mal soll die Übung mindestens wiederholt werden, für jede ausgeführte Übung werden 12 Punkte berechnet.

8. Arme nach-vorn-kreisen.
Die Arme sollen gegeneinander vor dem Körper so häufig wie möglich kreisen, 40mal ist das Leistungsminimum, für jede ausgeführte Übung werden 4 Punkte gewertet.

Die Bewertung geschieht in 2 Altersklassen, Altersklasse A von 18 bis 35 Jahren und Altersklasse B von 36 Jahren und darüber. Die jüngere Gruppe muß mindestens eine Gesamtpunktzahl von 1350 Punkten erreichen, die ältere mindestens 1100 Punkte. Die Punktzahlen ergeben sich aus der Summe der Punkte der Einzelübungen.

Eine Übersicht über die Gesamtbewertung gibt das folgende Schema:

	Altersklasse A (18 - 35 Jahre)	Altersklasse B (36 Jahre und älter)
sehr gute Kondition	über 1850 Punkte	über 1600 Punkte
gute Kondition	über 1600 Punkte	über 1350 Punkte
ausreichende Kondition	über 1350 Punkte	über 1100 Punkte
ungenügende Kondition	unter 1350 Punkte	unter 1100 Punkte

Übung Nr.	Übungsart	Übungsdauer	Leistungsminimum in 30 sec.	Punktzahl pro Wiederholung
1	Rumpfbeugen	30 sec	15 mal	10
	Pause	30 sec		
2	Aus Bauchlage Arme und Beine anheben	30 sec	10 mal	12
	Pause	30 sec		
3	Aus Rückenlage zur Sitzhaltung aufrichten	30 sec	10 mal	12
	Pause	30 sec		
4	Schlußsprünge auf der Stelle	30 sec	20 mal	6
	Pause	30 sec		
5	Kniebeugen	30 sec	15 mal	10
	Pause	30 sec		
6	Schnelles Gehen auf der Stelle mit Beinanziehen	30 sec	40 mal	4
	Pause	30 sec		
7	Liegestütze	30 sec	10 mal	12
	Pause	30 sec		
8	Arme nach vorn kreisen	30 sec	40 mal	4

Übersicht 1: Konditionstraining nach GERBERT

Der Fitnesstest und die sogenannten "Sporttechnischen Tests" sind Modifikationen der "physical fitness tests" der Amerikaner. Sie beruhen auf den Untersuchungen des "5 BX Plan", der in Kanada entwickelt wurde und des daraus entwickelten "6 BX Plan" der US Army.

Im Folgenden soll der Fitnesstest auf den Trainingseffekt, insbesondere im Hinblick auf eine Ökonomisierung des cardio-pulmonalen Systems, untersucht werden und ein Vergleich zum "6 BX Plan" der US Army, zum sogenannten "Magglinger Konditionstest" der Schweiz und zum "COOPER-schen Bewegungstraining" USA gezogen werden.

III. Methodik

1. Probanden

30 Probanden unterschiedlichen Alters, unterschiedlicher Kondition und Konstitution wurden vor Beginn des Trainings am Flugmedizinischen Institut Fürstenfeldbruck einer Allgemein- und Leistungsuntersuchung unterzogen.

Die Allgemeinuntersuchung bestand aus der Erhebung der Anamnese und der Aufnahme des körperlichen Status. Die Leistungsuntersuchung bestand aus einer spiroergometrischen Untersuchung.

Anschließend erfolgte eine Einteilung in zwei Gruppen von je 15 Probanden.

Die Gruppe 1 (oL - ohne Lauf) trainierte lediglich das Fitnessprogramm, die Gruppe 2 (mL - mit Lauf) schloß an das Fitnessprogramm einen 5-Minutenlauf an. Dieser Lauf entspricht, da in der Halle trainiert wurde, einer Strecke von 1000 m. Die Gruppe 2 (mL) diente als Kontrollgruppe.

Bei der Auswahl der Probanden wurde darauf geachtet, daß keine großen Leistungs-, Gewichts- und Größendifferenzen in den beiden Gruppen auftraten.

2. Trainingsprogramm

Beide Gruppen trainierten an 5 Tagen in der Woche das Fitnessprogramm in der Zeit zwischen 16.oo und 17.oo Uhr. Die Gruppe 2 (mL) schloß an das Fitnessprogramm einen 5-Minutenlauf an. Um Wettereinflüsse zu vermeiden, wurde in der Halle

trainiert. Nach Übungsende zeichneten alle Probanden ihre täglich erreichte Punktzahl auf.

3. Untersuchungsmethodik

Nach einer 1. Allgemein- und Leistungsuntersuchung wurde zwischen der 4. und 5. Trainingswoche und nach Abschluß des Trainings innerhalb einer Woche eine 2. und 3. Leistungsuntersuchung angeschlossen.

Als Kriterien für den Trainingserfolg dienten:

a) die täglich erreichten Punktzahlen

b) die spiroergometrischen Untersuchungen

Punktzahlen:

Als Maß für die Zunahme der Kondition gilt im Fitnesstest der Punktzuwachs während des Trainings.

Als Kriterium zur Beurteilung des Trainingserfolges dienten die Punktzahlen, die am ersten, vierten, achten und zwölften Übungstag erreicht wurden. Ferner werteten wir die beste und die am letzten Übungstag erreichte Punktzahl aus. Einen Anhalt für den Trainingseffekt bot auch die Zeit, in der die Höchstpunktzahl erreicht wurde.

Der Punktzuwachs wurde durch Subtraktion der Punktzahlen des ersten und achten Übungstages von der besten Punktleistung ermittelt.

Spiroergometrischer Untersuchungsgang:

Nachdem Größe, Alter und Gewicht der Probanden festgestellt worden waren, wurden spiroergo-

metrische Untersuchungen in Ruhe und unter einer Belastung von 100 Watt bei 40 Umdrehungen/min am Fahrradergometer im Liegen durchgeführt, bis ein sicheres steady state erreicht wurde. Es genügte in allen Fällen eine Untersuchungsdauer von 10 Minuten.

Weitere spiroergometrische Untersuchungen wurden nach vier und nach acht Wochen (Trainingsende) durchgeführt.

Die Untersuchungszeit entsprach der Trainingszeit.

Unter Verwendung von atmosphärischer Luft wurden folgende Ventilations- und Kreislaufgrößen bestimmt:

Sauerstoffaufnahme	(VO_2)	ml/min
Kohlensäureabgabe	(VCO_2)	ml/min
Atemminutenvolumen	(V_E)	L/min
Pulsfrequenz	(f)	f/min
Systolischer und diastolischer Blutdruck	(RR)	mmHg

Aus den erhaltenen Werten wurden folgende Äquivalentwerte ermittelt:

$$\text{Respiratorischer Quotient (RQ)} = \frac{VCO_2 \text{ ml/min}}{VO_2 \text{ ml/min}}$$

$$\text{Atemäquivalent} = \frac{VE \text{ L/min } 100}{VO_2 \text{ ml/min}}$$

$$\text{Sauerstoffpuls } (O_2\text{-Puls}) = \frac{VO_2 \text{ ml/min}}{f}$$

Außerdem wurden die EKG-Brustwandableitungen V_1 - V_6 in Ruhe und Belastung registriert.

c) Untersuchungsapparatur

Als Untersuchungsapparatur wurde ein Metabograph nach A. FLEISCH verwendet, welcher die gleichzeitige Registrierung von Spirogramm, Atemminutenvolumen, Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe und Atemäquivalent auch bei hohen Belastungen ermöglicht. Der Metabograph stellt ein geschlossenes Kreislaufsystem dar, das ohne Hähne und Ventile arbeitet.

Der besondere Vorteil der Apparatur ist darin zu sehen, daß die einzelnen Werte unmittelbar während der Untersuchung ablesbar sind.

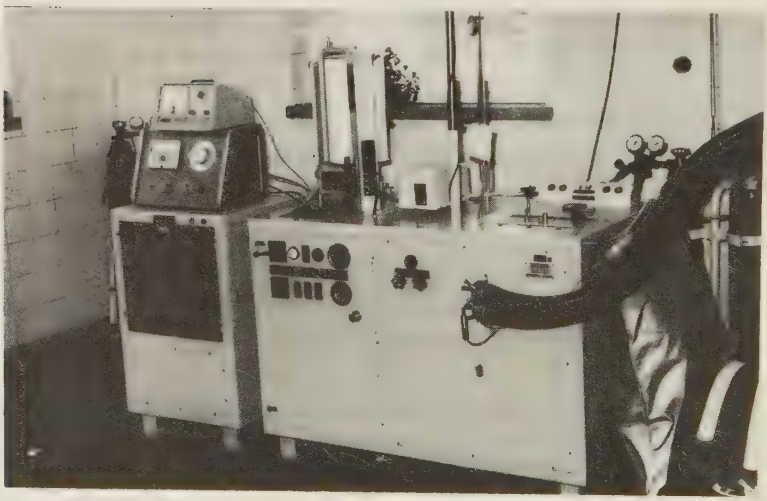

Abb. 1: Metabograph von A. FLEISCH

Alle Untersuchungen wurden am Fahrradergometer der Firma DARGATZ Hamburg, Modell 499 vorgenommen. Die konstante Arbeitsbelastung wurde im Liegen verrichtet. Bei dem Gerät handelt es sich um einen Ergometer mit elektrisch

reguliertem Bremsung, so daß stufenlos die Belastung gesteigert werden kann.

Abb. 2: Proband am Fahrradergometer im Liegen, am Metabograph angeschlossen.

Die Registrierung der Pulsfrequenz erfolgte mit Hilfe des fotoelektrischen Pulsintegrators der Firma PIESKER, Ratingen.

Der Blutdruck wurde nach dem elektroakustischen Verfahren mit dem Blutdruckmessgerät Typ BPM der Firma ELAG, Köln bestimmt.

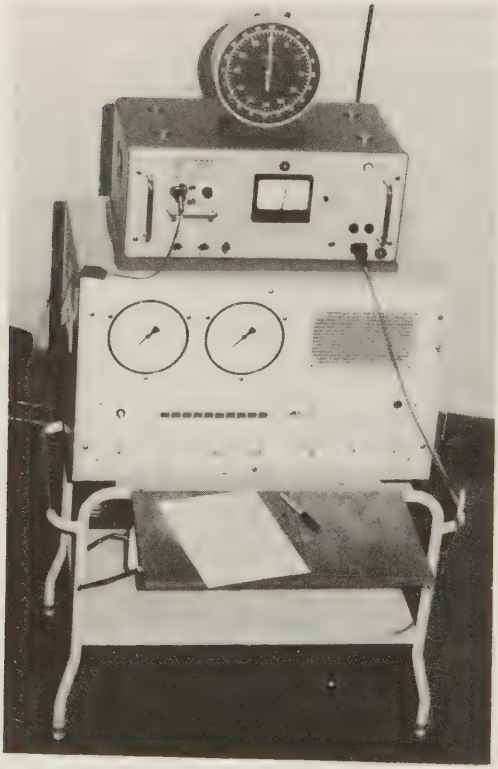

Abb. 3: Blutdruckmessgerät "ELAG Typ BFM"
Pulsintegrator der Firma FIESKER

4. Statistik

Die statistische Auswertung erstreckte sich auf die Bestimmung der Mittelwerte und der Standardabweichung. Sie wurden für die Größe, das Alter und das Gewicht der Probanden bestimmt. Außerdem wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der erreichten Punktzahlen vor, während und nach Beendigung des Trainings bestimmt. Ebenso wurde

mit den Ergebnissen der spiroergometrischen Untersuchungen verfahren. Die Standardabweichungen wurden zusätzlich in Prozent ausgedrückt.

Die Berechnung der Mittelwerte erfolgte nach der Formel a);

$$a) \quad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Die Standardabweichung der Mittelwerte wurde wie folgt bestimmt. Formel b):

$$b) \quad s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Um den signifikanten Unterschied mehrerer Mittelwerte überprüfen zu können, mußte die Prüfgröße t nach der Formel c berechnet werden.

$$c) \quad t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_d} \sqrt{\frac{n_1 \, n_2}{n_1 + n_2}}$$

In der Formel c wurde eine andere Standardabweichung S_d verwandt, die sich nach Formel d bestimmen läßt.

$$d) \quad s_d^2 = \frac{s_1^2 (n_1 - 1) + s_2^2 (n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

Außerdem wurden in den beiden Gruppen die Korrelationen und deren Probabilität des Alters, der Größe und des Gewichtes, sowie für die am ersten Übungstag gewonnenen Punktzahlen und der besten Punktzahlen, die während des Trainings erreicht wurden, ermittelt.

Ferner wurden die Korrelationen und deren Probabilität von den Punktzahlen des achten Übungstages und der besten Punktzahl zu den spiroergometrischen Untersuchungen vor Trainingsbeginn und nach Abschluß des Trainings ermittelt.

Die Formeln zur Berechnung der Korrelationen und des Koeffizienten r und seiner Probabilität t von zwei Variablen lauten wie folgt. Formel e und f:

$$e) \quad r = \frac{n \sum x\,y - \left(\sum x\right)\left(\sum y\right)}{\sqrt{\left[n \sum x^2 - \left(\sum x\right)^2\right]\left[n \sum y^2 - \left(\sum y\right)^2\right]}}$$

$$f) \quad t = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n - 2}$$

Der Freiheitsgrad F, der zur Bestimmung der statistischen Sicherheit für n und t gemäß "Tabellensammlung der mathematischen Statistik" (Springer Verlag 1953) erforderlich ist, berechnet sich aus Formel g):

$$g) \quad F = n_1 + n_2 - 2$$

Die statistischen Berechnungen wurden auf dem Tischkomputer der Firma OLIVETTI Typ P 203 durchgeführt.

IV. Ergebnisse eigener Untersuchungen

In den beiden Probandengruppen, Gruppe 1 (oL - ohne Lauf) und Gruppe 2 (mL - mit Lauf) wurden die Mittelwerte des Alters, der Größe und des Gewichtes wie folgt ermittelt:

	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)
Gruppe 1 (oL)	22,50±2,56	178,12±9,58	78,56±10,99
Gruppe 2 (mL)	23,[illegible]±[illegible]	176,60±[illegible]	73,[illegible]± 7,10
Signifikanz	(-)	(-)	(-)

Tabelle 1: Mittelwerte von Alter, Größe und Gewicht der Gruppen 1 (oL) und 2 (mL)
(-) nicht signifikant

Zwischen den beiden Gruppen konnte weder im Alter, noch in der Größe, noch im Gewicht ein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

1. Punktergebnisse des Konditionstests

Am ersten Übungstag wurde im Durchschnitt eine Punktzahl von 1808,0 Punkten in der Gruppe 1 (oL) erreicht. Sie konnte während des Trainings maximal 2603,0 Punkte erreichen. Die gegen Ende des Trainings erreichte Punktzahl betrug 2467,37 Punkte.
Die höchste Punktzahl wurde im Mittel nach 6-wöchigem Training erreicht.

Die Gruppe 2 (mL) konnte am ersten Trainingstag im Mittel 1806,8 Punkte erreichen, die beste Leistung lag bei 2597,33 Punkten, die am letzten Tag erlangte Punktzahl betrug 2490,4 Punkte. Die höchste Punktzahl wurde nach 7 (6,93) Wochen erreicht.

Die Gruppe 1 (oL) konnte ihre Punktzahl nach der ersten Woche von 1808,0 auf 2284,25 verbessern. Die Gruppe 2 (mL)

steigerte sich nach der ersten Woche von 1806,8 auf 2233,2 Punkte.

Der Punktzuwachs vom ersten Übungstag bezogen auf die höchste Punktzahl betrug im Mittel für die Gruppe 1 (oL) 723,00 Punkte und für die Gruppe 2 (mL) 791,00 Punkte. Bezieht man die beste Leistung auf die Punktzahl des 8. Übungstages, so ergibt sich für die Gruppe 1 (oL) ein Punktzuwachs von 318,75 und für die Gruppe 2 (mL) einer von 364,13 Punkten. Ein signifikanter Unterschied von Punktergebnissen der beiden Gruppen konnte nicht ermittelt werden.

Die Ergebnisse der Mittelwerte wurden in der folgenden Übersicht zusammengestellt:

Punktzahlen am:	Gruppe 1 (oL)	Gruppe 2 (mL)	Signifikanz
1. Übungstag	1808,00	1806,80	(-)
4. Übungstag	2191,00	2080,80	(-)
8. Übungstag	2284,25	2233,20	(-)
12. Übungstag	2413,50	2349,20	(-)
beste Punktzahl	2603,00	2597,33	(-)
erreicht nach Wochen	6,00	6,93	(-)
letzte Punktzahl	2467,37	2490,40	(-)

Tabelle 2: Punktergebnisse der beiden Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) an den verschiedenen Übungstagen. (-) nicht signifikant

2. Zwischen Alter, Größe und Gewicht der Probanden wurden die Korrelationen und deren Signifikanz zu den erreichten Punktzahlen des ersten Tages und der besten Punktzahl in beiden Gruppen bestimmt.

Eine Übersicht gibt die folgende Tabelle:

		A x P		G x P		Gew. x P	
		1.Pu.Z.	Best.P.	1.Pu.Z.	Best.P.	1.Pu.Z.	Best.P.
Gruppe 1 (oL)	r	-0,38	-0,36	0,125	0,294	0,236	0,400
	Signifikanz	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Gruppe 2 (mL)	r	-0,116	-0,014	-0,058	0,008	0,500	0,005
	Signifikanz	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)

Tabelle 3: Korrelationen zwischen erreichten Punktzahlen und Alter, Größe und Gewicht.

A x P = Relation zwischen Alter und erreichter Punktzahl

G x P = Relation zwischen Größe und erreichter Punktzahl

Gew x P = Relation zwischen Gewicht und erreichter Punktzahl

1.Pu.Z. = Punktzahl am ersten Tag des Trainings

Best.P. = beste Punktzahl während des Trainings

(-) keine signifikante Korrelation

(+) signifikante Korrelation

In der Gruppe 1 (oL) konnten zwischen der ersten Punktzahl und der besten Punktzahl während des Trainings keine Korrelationen mit dem Alter, der Größe und dem Gewicht der Probanden festgestellt werden.

In der Gruppe 2 (mL) zeigte sich lediglich in der Korrelation des Gewichtes mit der ersten Punktzahl eine statistisch gezeichnete positive Beziehung.

In beiden Gruppen zeigte sich zwischen dem Alter und den erreichten Punktzahlen eine deutlich negative Beziehung, jedoch ohne statistisch signifikant zu sein.

[illegible] Ergebnisse der Spiroergometrie [illegible] Untersuchungen

Vor, während und nach dem Training wurden spiroergometrische Untersuchungen durchgeführt.

In den Tabellen 4 und 5 wurde das Verhalten von Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe, Atemminutenvolumen, Pulsfrequenz, systolischer und diastolischer Blutdruck, sowie des Sauerstoffpulses in Ruhe und Belastung zusammengestellt.

a) Sauerstoffaufnahme

Unter Ruhebedingungen veränderte sich die Sauerstoffaufnahme in der Gruppe 1 (oL) um - 4,42 Prozent nach den ersten 4 Trainingswochen. Nach weiteren 4 Wochen ergab sich, bezogen auf die erste Untersuchung, eine Sauerstoffaufnahme von - 2,54 Prozent.

In der Gruppe 2 (mL) sank nach 4 Wochen Training die Sauerstoffaufnahme um - 1,05 Prozent. Nach Beendigung des Trainings sank sie um - 9,74 Prozent des Ausgangswertes.

Unter Belastung kam es in der Gruppe 1 (oL) nach dem 1. Untersuchungsintervall zu einer Senkung der Sauerstoffaufnahme von - 0,33 Prozent. Gegen Ende des Trainings sank sie um - 3,31 Prozent.

Bei der Gruppe 2 (mL) wurden nach der 2. Untersuchung - 2,92 und nach der 3. Untersuchung - 6,69 Prozent festgestellt. (Vergleiche Tabelle 4, Seite 29, Tabelle 5, Seite 30 und Abb. 5, Seite 31)

b) Kohlensäureabgabe

Für die Kohlensäureabgabe konnten entsprechende Ergebnisse ermittelt werden.

Für die Gruppe 1 (oL) ergab sich eine Verminderung der Kohlensäureabgabe nach der 2. Untersuchung unter Ruhebedingungen um - 4,28 Prozent und nach Abschluß des Konditionstrainings um - 2,56 Prozent.

Gruppe 1 (oL)

	1. Untersuchung	2. Untersuchung	3. Untersuchung
O_2-Aufnahme	396,25±58,53	378,75±51,38	386,22±43,40
CO_2-Abgabe	342,50±42,00	327,87±54,68	333,75±27,74
Atemminutenvolumen	9,81± 1,36	9,2 ± 1,08	9,12± 0,87
Atemäquivalent	2,46± 0,22	2,43± 0,35	2,38± 0,34
Pulsfrequenz	70,25± 8,72	74,37± 8,63	66,62± 5,18
Blutdruck	126,25±11,87	126,25±10,93	122,50± 9,63
O_2-Puls	5,68± 0,99	5,11± 0,70	5,80± 0,66

Gruppe 2 (mL)

	1. Untersuchung	2. Untersuchung	3. Untersuchung
O_2-Aufnahme	383,33±59,37	379,33±31,27	346,00±32,69
CO_2-Abgabe	332,66±61,92	312,66±39,72	294,66±34,81
Atemminutenvolumen	9,53± 1,26	9,13± 1,84	8,66± 0,79
Atemäquivalent	2,49± 0,41	2,36± 0,45	2,47± 0,24
Pulsfrequenz	73,80±14,34	76,60±10,11	69,20± 9,53
Blutdruck	119,33±12,65	120,00± 6,26	120,30± 8,12
O_2-Puls	5,42± 1,69	5,05± 0,77	5,09± 0,97

Tabelle 4: Mittelwerte und Standardabweichung der Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) unter Ruhebedingungen.

Spiroergometrische Parameter vor (1. Untersuchung), während (2. Untersuchung) und nach (3. Untersuchung) dem Training.

Gruppe 1 (oL)

	1. Untersuchung	2. Untersuchung	3. Untersuchung
O_2-Aufnahme	1551,25±111,27	1546,25±91,32	1500,00±64,80
CO_2-Abgabe	1432,50±104,84	1385,00±67,18	1353,75±87,00
Atemminuten-volumen	35,68± 3,44	36,75± 3,20	36,50± 3,10
Atemäquiva-lent	2,27± 0,19	2,37± 0,22	2,42± 0,21
Pulsfrequenz	119,37± 15,45	120,50±13,76	113,12±11,12
Blutdruck	166,87± 13,34	161,87±18,11	154,37±12,65
O_2-Puls	13,17± 1,91	13,01± 1,98	13,40± 1,77

Gruppe 2 (mL)

	1. Untersuchung	2. Untersuchung	3. Untersuchung
O_2-Aufnahme	1566,66± 84,64	1520,93±57,25	1462,00±76,63
CO_2-Abgabe	1414,66±104,93	1352,53±57,15	1326,66±73,25
Atemminuten-volumen	34,80± 3,46	35,06± 3,47	33,60± 3,31
Atemäquiva-lent	2,22± 0,21	2,29± 0,22	2,35± 0,40
Pulsfrequenz	125,40± 16,22	118,80±11,63	114,60±13,52
Blutdruck	160,00± 16,03	152,66±12,22	151,33±10,60
O_2-Puls	12,69± 1,57	12,88± 1,26	12,89± 1,45

Tabelle 5: Mittelwerte und Standardabweichung der Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) unter Belastung.

Spiroergometrische Parameter vor (1. Untersuchung), während (2. Untersuchung) und nach (3. Untersuchung) dem Training.

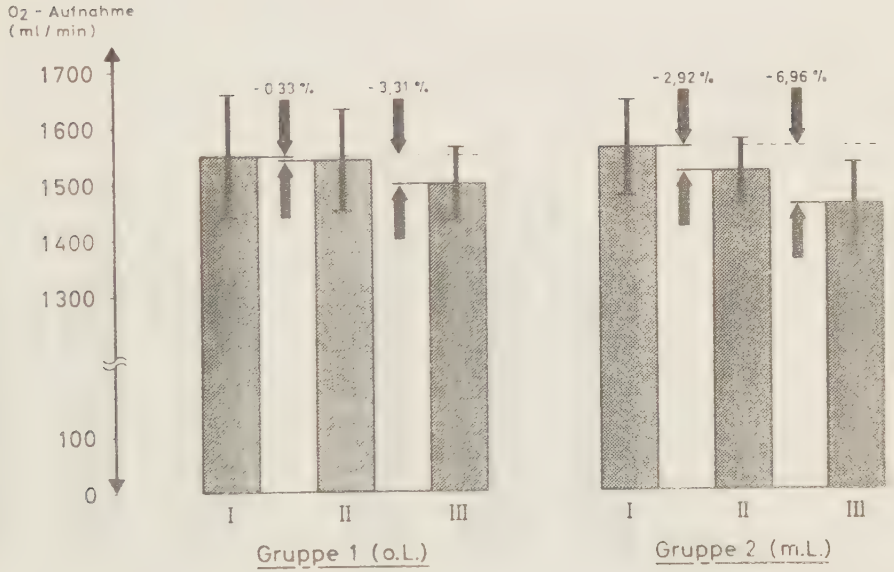

Abb.: 5

Sauerstoffaufnahme (O_2-Aufnahme ml/min) bei konstanter Arbeitsbelastung vor (I), während (II) und nach (III) dem Training.

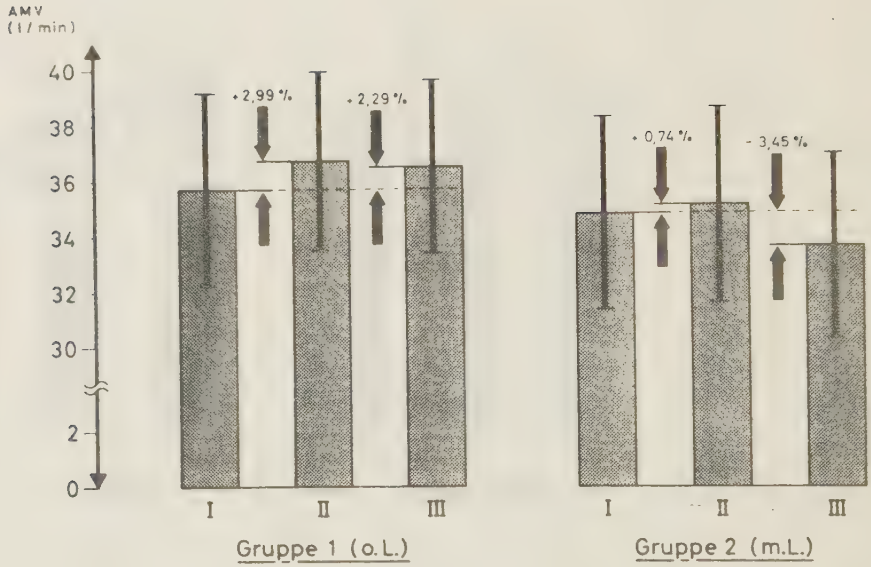

Abb.: 6

Atemminutenvolumen (AMV L/min) bei konstanter Arbeitsbelastung vor (I), während (II) und nach (III) dem Training.

Die Gruppe 2 (mL) verminderte die Kohlensäureabgabe nach 4 Wochen Training um - 6,02 Prozent, nach Abschluß des Trainings um - 11,43 Prozent.

Unter Belastung sank die Kohlensäureabgabe in der Gruppe 1 (oL) anfangs um - 3,32 Prozent und am Ende des Trainings um - 5,50 Prozent.

Bei der Gruppe 2 (mL) waren es nach der 2. Untersuchung - 4,40 und nach Beendigung des Trainings - 6,35 Prozent. (Vergleiche Tabelle 4, Seite 29 und Tabelle 5, Seite 30.

c) Atemminutenvolumen

Während des Trainings verringerte sich in beiden Gruppen das Atemminutenvolumen.

Unter Ruhebedingungen sank in der Gruppe 1 (oL) das Atemminutenvolumen um - 6,22 Prozent nach der zweiten, und um - 7,04 Prozent nach der letzten Untersuchung.

In der Gruppe 2 (mL) sank das Atemminutenvolumen zunächst um -4,20 Prozent und nach Abschluß des Trainings auf - 9,13 Prozent des Ausgangswertes.

Unter Belastung nahm in der Gruppe 1 (oL) das Atemminutenvolumen um + 2,99 Prozent nach der zweiten, und um + 2,29 Prozent nach Beendigung des Trainings zu.

In der Gruppe 2 (mL) war ebenfalls zu Anfang eine Zunahme des Atemminutenvolumens zu verzeichnen. Die 2. Untersuchung ergab eine Zunahme von + 0,74 Prozent. Nach Abschluß des Trainings aber sank das Atemminutenvolumen um - 3,45 Prozent des ursprünglichen Wertes. (Vergleiche Abb. 6, Seite 32.

d) Atemäquivalent

Das Atemäquivalent gibt an, wieviel ml Luft ventiliert werden müssen, um 1 ml Sauerstoff aufzunehmen. Hierdurch können Rückschlüsse auf die Ökonomie der Atmung

und damit auf den Trainingszustand des Probanden gezogen werden; denn die Ökonomie der Atmung drückt sich in einer Senkung des Atemäquivalentes aus.

Unter Ruhebedingungen sanken in beiden Gruppen die Äquivalentwerte. In der Gruppe 1 (oL) während des Trainings um - 1,22 und bis Ende des Trainings um - 3,25 Prozente.

In der Gruppe 2 (mL) kam es in den ersten 4 Wochen zu einer Senkung um - 5,23 Prozent, und bis zum Abschluß konnte lediglich eine Senkung des Atemäquivalentes um - 0,81 Prozent verzeichnet werden.

Unter Belastung konnte in beiden Gruppen keine Senkung der Atemäquivalentwerte erreicht werden.

In der Gruppe 1 (oL) nahmen die Werte um + 4,40 bzw. um + 6,60 Prozent zu.

In der Gruppe 2 (mL) war der Anstieg + 3,15 nach der zweiten, und + 5,85 Prozent nach der dritten Untersuchung.

e) Pulsfrequenz

Unter Trainingsbedingungen ist die Senkung der Pulsfrequenz ein sicheres Kriterium des Trainingserfolges. Gegenüber dem Ausgangswert stieg allerdings unter Ruhebedingungen die Pulsfrequenz in beiden Gruppen an. In der Gruppe 1 (oL) kam es zu einem Anstieg von + 5,86 Prozent und in der Gruppe 2 (mL) von + 3,79 Prozent in der 2. Untersuchung.

Gegen Ende des Trainingsprogramms fiel die Pulsfrequenz jedoch deutlich ab, und zwar in der Gruppe 1 (oL) um - 5,17 und in der Gruppe 2 (mL) um - 6,24 Prozent.

Auch unter Belastung kam es gegen Trainingsende zu einer Senkung der Pulsfrequenz in den beiden Gruppen. Während in der Gruppe 1 (oL) anfangs noch ein leichter Anstieg von + 0,94 Prozent verzeichnet wurde, sank in

der Gruppe 2 (mL) die Frequenz um - 5,27 Prozent.

Gegen Ende des Trainingsprogramms konnte in der Gruppe 1 (oL) eine Senkung von - 5,24 und in der Gruppe 2 (mL) eine Senkung von - 8,62 Prozent gemessen werden. (Vergleiche Abb. 7, Seite 36)

f) Blutdruck

Lediglich unter Belastung kommt es in beiden Gruppen zu einer Senkung des systolischen Blutdrucks während des Trainings. In der Gruppe 1 (oL) sank der systolische Blutdruck um - 7,50 und in der Gruppe 2 (mL) um - 5,42 Prozent. Der diastolische Blutdruck wurde als Kriterium nicht verwendet. (Vergleiche Abb. 8, Seite 37)

g) Sauerstoffpuls

Ein wertvolles Kriterium zur Beurteilung der cardiopulmonalen Leistungsfähigkeit ist der Sauerstoffpuls. Er wird berechnet aus der Sauerstoffaufnahme/Pulsfrequenz in ml.

In der Gruppe 1 (oL) sank unter Ruhebedingungen der Sauerstoffpuls nach der zweiten Untersuchung um - 10,04 Prozent, in der Gruppe 2 (mL) um - 6,82 Prozent. Gegen Ende des Trainings wurde in der Gruppe 1 (oL) eine Zunahme des Sauerstoffpulses von + 2,11 und in der Gruppe 2 (mL) eine Abnahme von - 6,09 Prozent registriert.

Unter Belastung kam es anfangs in der Gruppe 1 (oL) zu einer Senkung um - 1,22 Prozent. Am Ende des Trainings jedoch wurde eine Zunahme von + 1,74 Prozent gegenüber dem Anfangswert festgestellt. In der Gruppe 2 (mL) nahm der Sauerstoffpuls zu. In der zweiten Untersuchung stieg er um + 1,49 Prozent und nach Abschluß des Trainingsprogramms betrug die Zunahme + 1,57 Prozent.

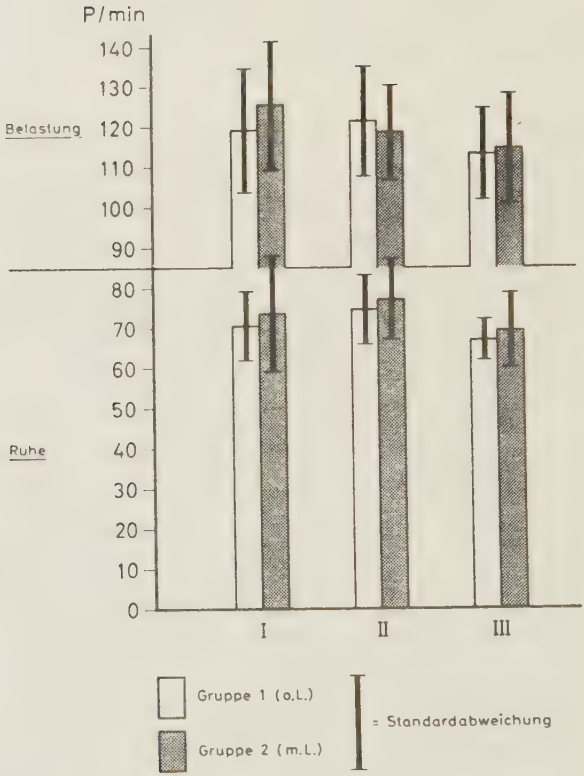

Abb.: 7

Pulsfrequenzverhalten der beiden Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) in Ruhe und bei Belastung vor (I), während (II) und nach (III) dem Training.

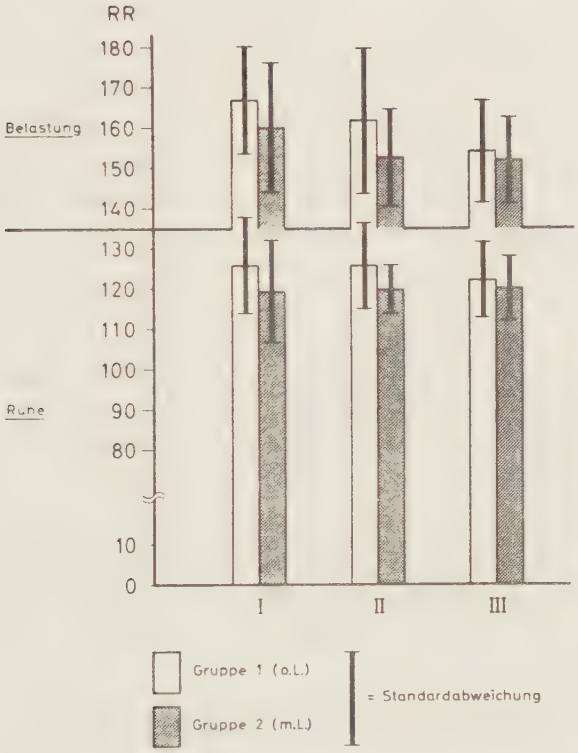

Abb.: 8

Blutdruckverhalten der beiden Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) in Ruhe und Belastung vor (I), während (II) und nach (III) dem Training.

4. Vergleich zwischen Punktergebnissen und spiroergometrischen Befunden

Es wurden die Korrelationen der Punktzahl des 1. Übungstages mit der 1. spiroergometrischen Untersuchung und der letzten Punktzahl mit der 3. abschließenden Untersuchung aufgestellt. Außerdem wurde der Korrelationskoeffizient auf seine Probabilität untersucht.

In der Gruppe 1 (oL) konnte weder vor noch nach dem Training, weder in Ruhe noch unter Belastung eine signifikante Wechselbeziehung zwischen den Punktergebnissen und den spiroergometrischen Untersuchungen festgestellt werden. (Vergleiche Tabelle 6, Seite 39)

In der Gruppe 2 (mL) wurde eine statistisch nicht sichere Wechselbeziehung zwischen den Punktzahlen vor dem Training und dem Atemminutenvolumen vor dem Training in Ruhe gefunden. Außerdem ergab sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen der Punktzahl und dem Sauerstoffpuls zu Trainingsbeginn.

Nach dem Trainingsabschluß konnte allerdings keine statistisch signifikante Korrelation zwischen Punktzahlergebnissen und spiroergometrischen Parametern ermittelt werden. (Vergleiche Tabelle 7, Seite 40)

5. Statistische Ergebnisse der Spiroergometrie

Beim Vergleich der beiden untersuchten Gruppen vor Beginn des Trainings konnte kein signifikanter Unterschied der beiden Kollektive festgestellt werden. Während des Trainings kam es in der Gruppe 1 (oL) lediglich beim systolischen Blutdruck unter Belastung zu einer statistisch gesicherten Senkung. Alle anderen Parameter zeigten weder in Ruhe noch unter Belastung signifikante Unterschiede zu den Werten vor Beginn des Trainings. (Vergleiche Tabelle 8, Seite 41)

Gruppe 1 (oL)

Ruhe

	Trainingsbeginn r	Korrelation	Trainingsende r	Korrelation
FT - O_2-Aufnahme	0,584	ns	0,661	(zs)
FT - CO_2-Abgabe	0,397	ns	0,479	ns
FT - Atemminuten-volumen	0,405	ns	0,345	ns
FT - Atemäquivalent	-0,354	ns	-0,263	ns
FT - Pulsfrequenz	-0,335	ns	0,560	ns
FT - Blutdruck	0,577	(zs)	-0,029	ns
FT - O_2-Puls	-0,303	ns	0,289	ns

Belastung

	Trainingsbeginn r	Korrelation	Trainingsende r	Korrelation
FT - O_2-Aufnahme	0,537	ns	-0,026	ns
FT - CO_2-Abgabe	0,296	ns	-0,208	ns
FT - Atemminuten-volumen	0,084	ns	-0,319	ns
FT - Atemäquivalent	-0,390	ns	-0,288	ns
FT - Pulsfrequenz	0,073	ns	-0,235	ns
FT - Blutdruck	-0,065	ns	0,436	ns
FT - O_2-Puls	0,181	ns	0,144	ns

Tabelle 6: Korrelationen zwischen Punktergebnissen und spiroergometrischen Untersuchungen vor und nach dem Training bei der Gruppe 1 (oL).

ns = nicht signifikant, (zs) = zweifelhaft signifikant, s = signifikant, r = Korrelationskoeffizient, (FT = Punktzahl im Fitnesstest)

Gruppe 2 (mL)

	Ruhe			
	Trainingsbeginn		Trainingsende	
	r	Korrelation	r	Korrelation
FT - O_2-Aufnahme	0,355	ns	0,167	ns
FT - CO_2-Abgabe	0,172	ns	0,082	ns
FT - Atemminuten-volumen	0,526	(zs)	0,107	ns
FT - Atemäquivalent	0,094	ns	-0,057	ns
FT - Pulsfrequenz	0,069	ns	-0,154	ns
FT - Blutdruck	-0,229	ns	-0,175	ns
FT - O_2-Puls	0,287	ns	0,218	ns

	Belastung			
	Trainingsbeginn		Trainingsende	
	r	Korrelation	r	Korrelation
FT - O_2-Aufnahme	0,426	ns	-0,276	ns
FT - CO_2-Abgabe	0,162	ns	0,137	ns
FT - Atemminuten-volumen	-0,059	ns	-0,344	ns
FT - Atemäquivalent	-0,311	ns	-0,276	ns
FT - Pulsfrequenz	-0,407	ns	-0,003	ns
FT - Blutdruck	0,181	ns	-0,371	ns
FT - O_2-Puls	0,685	s	-0,064	ns

Tabelle 7: Korrelationen zwischen Punktergebnissen und spiroergometrischen Untersuchungen vor und nach dem Training bei der Gruppe 2 (mL).

ns = nicht signifikant, (zs) = zweifelhaft signifikant, s = signifikant, r = Korrelationskoeffizient, (FT = Punktzahl im Fitnesstest)

Gruppe 1 (oL)

		Ruhe	Belastung
O_2-Aufnahme (ml)	vT	336,25±45,33	1551,25±111,27
	nT	386,25±[illegible]	1500,00± 64,80
Differenz %		-2,5	-3,31
Signifikanz		Ø	Ø
CO_2-Abgabe (ml)	vT	342,50±42,80	1432,50±104,84
	nT	333,75±27,74	1353,75± 87,00
Differenz %		-2,56	-5,50
Signifikanz		Ø	Ø
Atemminuten-	vT	[illegible] 1,36	35,63± 3,44
volumen (L/min)	nT	3,1[illegible] 1,37	36,50± 3,10
Differenz %		-7,04	+2,29
Signifikanz		Ø	Ø
Atemäquivalent	vT	[illegible] 0,23	2,27± 0,19
	nT	[illegible] 0,34	2,42± 0,21
Differenz %		-7,[illegible]	+2,29
Signifikanz		Ø	Ø
Pulsfrequenz/min	vT	70,25± 8,72	119,37± 15,45
	nT	66,62± 5,18	113,12± 11,35
Differenz %		-5,17	-5,24
Signifikanz		Ø	Ø
Blutdruck	vT	126,25±11,87	166,87± 13,34
systolisch/mmHg	nT	122,50± 9,63	154,37± 12,65
Differenz %		-2,98	-7,5
Signifikanz		Ø	schwach
O_2-Puls	vT	5,68± 0,99	13,17± 1,91
	nT	5,80± 0,66	13,40± 1,77
Differenz %		+2,11	+1,74
Signifikanz		Ø	Ø

Tabelle 8: Spiroergometrische Untersuchungsergebnisse der Gruppe 1 (oL) vor und nach dem Training.

vT = vor Trainingsbeginn

nT = nach Beendigung des Trainings

Differenz % = unterschiedliches Verhalten der einzelnen Parameter ausgedrückt in Prozent

Gruppe 2 (mL)

		Ruhe	Belastung
O_2-Aufnahme (ml)	vT	383,33±55,37	1566,66± 84,64
	nT	346,32±32,69	1462,00± 76,63
Differenz %		-9,74	-6,69
Signifikanz		deutlich	deutlich
CO_2-Abgabe (ml)	vT	332,66±61,92	1414,66±104,93
	nT	294,66±34,81	1326,66± 73,25
Differenz %		-11,43	-6,23
Signifikanz		deutlich	deutlich
Atemminuten-	vT	9,53± 1,26	34,80± 3,46
volumen (L/min)	nT	8,66± 0,79	33,60± 3,31
Differenz %		-9,13	-3,45
Signifikanz		deutlich	Ø
Atemäquivalent	vT	2,49± 0,41	2,22± 0,21
	nT	2,47± 0,22	2,35± 0,40
Differenz %		-0,81	+5,85
Signifikanz		Ø	Ø
Pulsfrequenz/min	vT	73,80±14,34	125,40± 16,22
	nT	69,20± 9,53	114,60± 13,52
Differenz %		-6,24	-8,62
Signifikanz		Ø	deutlich
Blutdruck	vT	119,33±12,65	160,00± 16,03
systolisch/mmHg	nT	120,30± 8,12	151,33± 10,60
Differenz %		+0,81	-5,42
Signifikanz		Ø	schwach
O_2-Puls	vT	5,42± 1,69	12,69± 1,57
	nT	5,09± 0,97	12,89± 1,45
Differenz %		-6,09	+1,57
Signifikanz		Ø	Ø

Tabelle 9: Spiroergometrische Untersuchungsergebnisse der Gruppe 2 (mL) vor und nach dem Training.

vT = vor Trainingsbeginn

nT = nach Beendigung des Trainings

Differenz % = unterschiedliches Verhalten der einzelnen Parameter ausgedrückt in Prozent

Gruppe 1 (oL) und Gruppe 2 (mL)

		Ruhe	Belastung
O_2-Aufnahme (ml)	Gruppe 1	396,25±58,53	1551,25±111,27
	Gruppe 2	383,33±59,37	1566,66± 84,64
	Signifikanz	ø	ø
CO_2-Abgabe (ml)	Gruppe 1	342,50±42,00	1432,50±104,84
	Gruppe 2	332,66±61,92	1414,66±104,93
	Signifikanz	ø	ø
Atemminuten-volumen (L/min)	Gruppe 1	9,31± 1,36	35,68± 3,44
	Gruppe 2	9,53± 1,26	34,80± 3,46
	Signifikanz	ø	ø
Atemäquivalent	Gruppe 1	2,46± 0,22	2,27± 0,19
	Gruppe 2	2,49± 0,41	2,22± 0,21
	Signifikanz	ø	ø
Pulsfrequenz/min	Gruppe 1	70,25± 8,72	119,37± 15,45
	Gruppe 2	73,80±14,34	125,40± 16,22
	Signifikanz	ø	ø
Blutdruck systolisch/mmHg	Gruppe 1	126,25±11,87	166,87± 13,34
	Gruppe 2	119,33±12,65	160,00± 16,03
	Signifikanz	ø	ø
O_2-Puls	Gruppe 1	5,68± 0,99	13,17± 1,91
	Gruppe 2	5,42± 1,69	12,69± 1,57
	Signifikanz	ø	ø

Tabelle 10: Spiroergometrische Untersuchungen der Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) v o r dem Training.

Gruppe 1 = Gruppe 1 (oL)
Gruppe 2 = Gruppe 2 (mL)

Gruppe 1 (oL) und Gruppe 2 (mL)

		Ruhe	Belastung
O_2-Aufnahme (ml)	Gruppe 1	386,22±43,40	1500,00±64,80
	Gruppe 2	346,00±32,68	1462,00±76,63
	Signifikanz	deutlich	Ø
[illegible]	Gruppe 1	333,[illegible]±27,74	1353,75±87,20
	Gruppe 2	294,66±34,81	1326,66±73,25
	Signifikanz	deutlich	Ø
Atemminuten-	Gruppe 1	9,12± 0,87	36,50± 3,10
volumen (L/min)	Gruppe 2	8,56± 0,79	33,60± 3,31
	Signifikanz	Ø	deutlich
Atemäquivalent	Gruppe 1	2,33± 0,34	2,42± 0,21
	Gruppe 2	2,47± 0,22	2,35± 0,40
	Signifikanz	Ø	Ø
Pulsfrequenz/min	Gruppe 1	66,62± 5,13	113,12±11,35
	Gruppe 2	69,2 ± 9,53	114,60±13,52
	Signifikanz	Ø	Ø
Blutdruck	Gruppe 1	122,50± 9,63	154,37±12,65
systolisch/mmHg	Gruppe 2	120,30± 8,12	151,33±10,60
	Signifikanz	Ø	Ø
O_2-Puls	Gruppe 1	5,80± 0,66	13,40± 1,74
	Gruppe 2	5,09± 0,97	12,89± 1,45
	Signifikanz	schwach	Ø

Tabelle 11: Spiroergometrische Untersuchungen der Gruppen 1 (oL) und 2 (mL) nach dem Training.

Gruppe 1 = Gruppe 1 (oL)

Gruppe 2 = Gruppe 2 (mL)

In der Gruppe 2 (mL) waren dagegen deutliche Unterschiede nach dem Training zu verzeichnen. Die Sauerstoffaufnahme war in Ruhe und Belastung signifikant kleiner. Ebenso verhielt sich das Atemminutenvolumen. In Ruhe war es gegen Trainingsende signifikant kleiner. Unter Belastung wurde keine statistisch gesicherte Senkung des Atemminutenvolumens erreicht.

Die Pulsfrequenz wurde während des Trainings signifikant niedriger, jedoch nur unter Belastung. Ebenfalls unter Belastung senkte sich der systolische Blutdruck, allerdings war die Senkung nicht sicher signifikant. (Vergleiche Tabelle 9, Seite 42)

Beim direkten Vergleich der beiden Gruppen untereinander auf signifikante Unterschiede nach Abschluß des Trainings konnten die obengenannten Veränderungen bestätigt werden. Hier zeigte sich zusätzlich ein wesentlicher Unterschied. Der Sauerstoffpuls war während des Trainings in der Gruppe 2 (mL) deutlich kleiner geworden. (Vergleiche Tabelle 10, Seite 43 und Tabelle 11, Seite 44)

Die während Ruhe und Belastung aufgezeichneten EKG Ableitungen V_1 - V_6 dienten lediglich als Kontrolle. Während des Trainings ergaben sich keine wesentlichen EKG-Veränderungen.

4. Besprechung der Ergebnisse

Zu Anfang unserer Untersuchungen mußte festgestellt werden, ob beide Gruppen statistisch vergleichbare Kollektive waren, oder signifikante Unterschiede aufwiesen.
Die Untersuchungen zeigten:

- Beide Gruppen waren im Alter, in der Größe und im Gewicht gleich.
- Die Punktzahlen, die am ersten Übungstag in den beiden Gruppen erreicht wurden, waren ebenfalls gleich.
- Die Ventilations- und Kreislaufgrößen der spiroergometrischen Untersuchungen zu Beginn des Trainings wiesen keine Unterschiede auf.

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, daß es sich bei den beiden Gruppen um Kollektive handelt, die während und nach dem Training miteinander verglichen werden können. Ein unterschiedlicher Trainingseffekt kann damit also nur auf unterschiedliche Trainingsprogramme beruhen.

Wir untersuchten die Korrelationen zwischen Alter, Größe und Gewicht, sowie den Punktzahlen des Fitnesstests.

Zwischen Alter und der Punktzahl des ersten Übungstages, der besten Punktleistung und der letzten Punktzahl fanden wir keine statistisch gesicherte Korrelation, jedoch besteht eine deutlich negative Tendenz. Sie verdeutlicht, wie die Erfahrung bisher auch lehrte, daß mit zunehmendem Alter, hier allerdings nur innerhalb unserer Streubreite, die Resultate schlechter werden.

Zwischen Körpergröße und Punktzahl konnte FREY (6) eine negative lineare Korrelation feststellen. Unsere Untersuchungen ergaben keine solche Korrelation, da unsere Versuchsanordnung eine unterschiedliche Körpergröße ausschloß.
Überlegungen über die Hebelgesetze erklären das Ergebnis von

TNEY. Mit zunehmender Körpergröße werden die Hebelarme länger und dadurch die Bewegungen langsamer. Es resultiert eine geringere Punktzahl.

Wir fanden dagegen eine sichere positive Korrelation zwischen Punktzahl und Körpergewicht. Mit zunehmendem Gewicht stieg die Punktzahl.
Dieses Ergebnis darf nicht fehlgedeutet werden.
Es besteht kein Zusammenhang zwischen Adipositas und erreichter Punktzahl, sondern zwischen Muskelmasse und Punktzahl, da die untersuchten Probanden nicht übergewichtig waren.
Diese Korrelation ging jedoch während des Trainings verloren. Dieses Verhalten läßt den Schluß zu, daß untersetzte und kräftige Personen im Fitnesstest, wenn kein Training vorangegangen ist, eine höhere Punktzahl erzielen, als leptosome Typen. Beide Personengruppen gelangen jedoch nach einem mehrwöchigen Training zu gleichen Punktergebnissen, unabhängig von unterschiedlichen Trainingsprogrammen. Die schlanken, größeren Probanden benötigen also eine längere "Anlaufzeit" um die gleiche Punktzahl zu erreichen, als die kleineren Probanden. Dieses Ergebnis läßt auf eine Anpassung an die Belastung durch Verbesserung der Koordination bei größeren Menschen schließen. Kleine Menschen sind aufgrund ihrer kleineren Statur und der damit verbundenen günstigeren Hebelverhältnisse schneller anpassungsfähig.

Vergleichen wir die gewonnenen Punktzahlen mit dem Gesamtbewertungsschema des Fitnesstests (Seite 14), so ist auffällig, daß die Probanden bereits am ersten Übungstag relativ hohe Punktzahlen erreichen und nach der Bewertungstabelle bereits "konditionsstark" sind. Keiner der Probanden war Leistungssportler oder trieb regelmäßig Sport. Ein Trainingseffekt lag bei Untersuchungsbeginn also nicht vor. Die hohen Punktzahlen zu Trainingsbeginn unseres Fitnessprogramms können nicht auf vorangegangenes Training der Probanden zurückgeführt werden, sondern verdeutlichen die

Unzulänglichkeit eines willkürlich aufgestellten Bewertungsschemas. Beweisend hierfür ist die Tatsache, daß innerhalb der ersten Trainingswoche der gleiche Punktzuwachs erreicht wurde, wie in den folgenden 7 Wochen Training. Wie zahlreiche Untersuchungen zeigten, läßt sich vor Ablauf einer Zeit von 4 Trainingswochen aber kein objektiver Trainingserfolg nachweisen. Auch unsere spiroergometrischen Untersuchungen zeigten dieses Ergebnis in den gewonnenen Parametern. Daraus folgt, daß das Bewertungsschema des Fitnesstests keine Aussage über einen Trainingseffekt an Herz, Atmung und Kreislauf macht.

Die Ergebnisse der spiroergometrischen Untersuchungen sind eindeutig.

In der Gruppe 1 (oL), die nur das Fitnessprogramm trainierte, konnten wir so gut wie keinen Trainingseffekt nachweisen. Lediglich der systolische Blutdruck senkte sich minimal als Zeichen eines fraglichen Trainingseffektes. Offensichtlich ist die Belastung des Fitnesstests nicht ausreichend, um einen besseren Effekt am cardio-pulmonalen System im Sinne einer Leistungssteigerung zu bewirken.

Der 5-Minutenlauf dagegen, der in der Gruppe 2 (mL) an das Fitnessprogramm angeschlossen wurde, brachte signifikant bessere Resultate. Hier kam es zu einer deutlichen Verbesserung der Ökonomie von Herz, Kreislauf und Lunge. (Vergleiche Tabelle 7, Seite 4o)
Die Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe in Ruhe und Belastung, das Atemminutenvolumen in Ruhe, die Pulsfrequenz und der systolische Blutdruck in Belastung paßten sich während des Trainings der geforderten Belastung an und zeigten signifikant günstigere Werte nach Abschluß des Trainings, als vor Trainingsbeginn.

Ein guter Funktionszustand des cardio-pulmonalen Systems ist vom Standpunkt des Arztes aus gesehen wünschenswert. Wie Untersuchungen von ASTRAND (1) gezeigt haben, ist die

Funktionsverbesserung jedoch nur erreichbar durch systematisches Dauertraining, nicht aber durch Kraft und Schnelligkeitsarbeit.

REINDELL, ROSKAMM und GERSCHLER (25) untersuchten die Wirkung des Intervalltrainings auf den Trainingseffekt und konnten ermitteln, daß das Intervalltraining geeignet ist, Kraft und Schnelligkeit bei gleichbleibender Ausdauer zu fördern. Damit ist das Intervalltraining dem Dauerlauf überlegen.

HOLLMANN, HERKENRATH, GRÜNEWALD, BUDINGER, JONATH, RÜSSMANN und HAIN (11) untersuchten Dauerlauf, Intervalltraining und Circuittraining auf eine Verbesserung der cardiopulmonalen Leistungsfähigkeit. Dabei konnte festgestellt werden, daß sowohl das Intervall- als auch das Dauerlauftraining zu einer signifikanten Verbesserung der pulmocardiozirkulären Verhältnisse führt, das Circuittraining aber im Wesentlichen auf die Skelettmuskulatur wirkt, dabei allerdings auch einen geringen Kreislaufeffekt aufweist. Nach Vorlage dieser Ergebnisse ist es erstaunlich, daß immer wieder versucht wird, nach dem Prinzip des Circuittrainings Übungsprogramme aufzustellen, die die Leistungsfähigkeit und die Kondition verbessern sollen.

Die "Organkraft" als Ausdruck der Leistungsfähigkeit von Herz, Lunge, Kreislauf und Stoffwechsel ist exakt bestimmbar nur in einem Testverfahren, welches die aerobe Kapazität des Organismus ausreichend erfaßt. Ein solches Testverfahren muß auch Grundlage eines Punktsystems sein, da jedes bisher hypothetisch aufgestellte Bewertungsschema objektive Aussagen über den Konditionszustand vermissen läßt. Wie die Untersuchungen von FREY über den Magglinger Konditionstest und unsere Untersuchungen über den Fitnesstest gezeigt haben, bestehen keine signifikanten Korrelationen zwischen den beim Training erworbenen Punktzahlen und den Ergebnissen der spiroergometrischen Untersuchungen.

Das Bewertungssystem steht also in keinem Zusammenhang mit den objektiv messbaren Parametern der spiroergometrischen Untersuchungen. Daraus geht eindeutig hervor, daß das Punktsystem des Fitnesstests für die Beurteilung eines Trainingseffektes nicht geeignet ist. Hierfür spricht auch die Tatsache, daß der Punktzuwachs während des Trainings in beiden Gruppen trotz unterschiedlicher Belastungen signifikant gleich war. Ein zusätzlicher Dauerlauf von 5-Minuten vermochte kein besseres Punktergebnis zu bewirken.

COOPER (4) ging bei seinem Trainingsprogramm von den spiroergometrischen Größen aus und entwickelte ein Punktsystem, welches sich auf die spiroergometrischen Parameter bezieht. Dadurch erhielt er ein Punktsystem, welches eine objektive Beurteilung des Leistungsvermögens eines Probanden ermöglicht. Dieser Bezug des Punktsystems auf die spiroergometrischen Untersuchungen lassen die anderen aufgeführten Konditionsprogramme vermissen.

Im Gegensatz zum Magglinger Konditionstest und unserem Fitnesstest unterscheidet sich der 6 BX-Plan in zwei wesentlichen Punkten in seinem Übungsprogramm. Er dauert 12-Minuten und enthält keine Erholungspausen. Er kommt damit, trotz seiner gymnastischen Übungen, dem Trainingsprogramm von COOPER sehr nahe oder gleich. Auch hier handelt es sich um ein Ausdauertraining dessen Trainingserfolg als gesichert angesehen werden kann.

Nach den vorliegenden Ergebnissen ist die Anwendung eines "Konditionstests" zur Beurteilung und Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit zweifelhaft. Trainingsprogramme und Leistungstests dürfen nicht nach dem Prinzip des Circuittrainings aufgebaut sein, sondern nach dem Prinzip der Dauerbelastung, um einen genügend großen Trainingseffekt zu bewirken.

Soll eine objektive Bewertung nach einem Punktsystem erfolgen, muß dieses Punktsystem aus den objektiv messbaren

Größen der spiroergometrischen Untersuchungen entwickelt werden und darf nicht hypothetischen Vorstellungen oder Wünschen entsprechen.

Abschließend ist zu bemerken, daß Kurztrainingsprogramme in der bisherigen Form nicht in der Lage sind, den Dauerlauf oder die Dauerbelastung als Trainingsform für eine allgemeine Verbesserung der cardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit zu ersetzen.

VI. Zusammenfassung

Der"Fitnesstest" wurde auf Trainingseffekte und seine Aussagekraft über Dauerleistungsfähigkeit untersucht.

30 Probanden wurden in zwei Gruppen eingeteilt und bildeten hinsichtlich des Alters, der Größe, des Gewichtes, der Punktleistung zu Trainingsbeginn und der spiroergometrischen Untersuchungen zu Trainingsbeginn statistisch gleiche Kollektive.

Die Gruppe 1 (oL) übte das Fitnessprogramm, die Gruppe 2 (mL) schloß an dieses Trainingsprogramm zusätzlich einen 5-Minutenlauf an. Alle Probanden zeichneten ihre täglich erreichten Punktzahlen auf. Geübt wurde täglich, außer Sonnabend und Sonntag.

Vor, während und nach Abschluß des Trainings wurden spiroergometrische Untersuchungen am Fahrradergometer mit 100 Watt und 40 Umdrehungen bis zum sicheren steady state durchgeführt.

Mit Hilfe statistischer Methoden wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

- Mit zunehmendem Alter nahm die erreichte Bestpunktzahl ab.
- Mit zunehmendem Gewicht kam es zu einer Verbesserung der Punktleistung, jedoch nur bei Normalgewichtigen.
- Kleine Probanden erreichten zu Beginn des Trainings höhere Punktzahlen als große.
- Für die Gruppe 1 (oL), die lediglich das Fitnessprogramm übte, konnten spiroergometrisch keine wesentlichen Trainingseffekte nachgewiesen werden. (Leichte Senkung des systolischen Blutdrucks während Belastung)

- In der Gruppe 2 (mL) kam es durch den anschließenden 5-Minutenlauf zu einer deutlichen Verbesserung der cardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit. (Sauerstoffaufnahme in Ruhe und während Belastung, Atemminutenvolumen in Ruhe, Pulsfrequenz und Blutdruck während Belastung)

Trotz unterschiedlicher Trainingsprogramme und unterschiedlichem spiroergometrisch nachgewiesenen Trainingseffekts der beiden Gruppen, war kein unterschiedliches Punktverhalten der beiden Gruppen während des Trainings nachzuweisen; ein Hinweis darauf, daß das Punktsystem des Fitnesstests nicht geeignet ist, Aussagen über Trainingseffekte am cardio-pulmonalen System zu machen.

Ferner ist das Fitnessprogramm in der bestehenden Form nicht geeignet, eine Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit bzw. einen deutlichen Trainingserfolg am Herz-Kreislaufsystem zu erzielen.

Kurztrainingsprogramme (Fitnessprogramm, Magglinger Konditionstest) sind in der bisherigen Form nicht in der Lage, den Dauerlauf bzw. die Dauerbelastung (COOPERsches Bewegungstraining, 6 BX-Plan) als Trainingsform für eine Verbesserung der cardio-pulmonalen Leistungsfähigkeit zu ersetzen.

VII. Literatur

1. Åstrand, P.-Q.

La condition physique
Béranger (1964)

2. Balke, B. und Ware R.-W.

The Present Status of Physical Fitness in the Air Force

Air University School of Aviation Medicine, USAF
Randolph AFB, Texas (1959)

3. Clasing D., Duruway F.P., Vogler-Titze G., Knoth H., Wedemeyer H.J. und Klaus E.J.

Untersuchungen über die Auswirkung von unterschiedlichem Lauftraining auf die körperliche Leistungsfähigkeit
Zschr. Sportarzt und Sportmedizin Nr. 12 556 - 569 (1966)

4. Cooper, K.

Bewegungstraining
Praktische Anleitung zur Steigerung der Leistungsfähigkeit
Fischer Bücherei, Frankfurt am Main, Hamburg (1970)

5. Blohmke M., Stelzer O. und Stumpf H.

Die Wirkung der aktiven Übungsbehandlung auf die Herz- und Kreislaufregulation gesunder Männer in Ruhe und während Belastung
Zschr. Kreislaufforschung 55, 329 (1966)

6. Frey, P.

Untersuchungen über den Aussagewert eines Sporttechnischen Konditionstests.
Schweizerische Zschr. für Sportmedizin 3, 81 - 104 (1967)

7. Gerbert, K.

Vorschlag für ein Konditionstraining der Luftwaffe mit Fitnesstest
Flugmedizinisches Institut der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

8. Heaton, L.D.

Stressing Your Waistline
Six Basic Exercises (6 BX) Plan
The Official Army Information Digest
(1963)

9. Hollmann, W.

Der Arbeits- und Trainingseinfluß auf
Kreislauf und Atmung
Darmstadt (1959)

10. Hollmann, W.

Körperliches Training als Praevention
von Herz-Kreislaufkrankheiten .
Hippokrates Verlag Stuttgart (1965)

11. Hollmann, W.

Untersuchungen über Möglichkeiten zur
Steigerung des körperlichen Leistungs-
vermögens von Rekruten
Zschr. Sportarzt und Sportmedizin 12,
582 - 592 (1966)

12. Jonath, U.

Circuittraining
Konditionstraining für Schule und Ver-
ein, Bundeswehr und Polizei
Bartels und Wernitz
Berlin - München - Frankfurt am Main
(1970)

13. Kirchhoff, H.W.

Kreislauffunktionsprüfungen vor und
nach Terrainkur
Zschr. Ärztliche Praxis 24, 1311 und
1327 - 1331 (1965)

14. Kirchhoff, H.W.

Untersuchungen über das Verhalten von
Pulsfrequenz und Blutdruck im Belastungs-
versuch
Aus dem Flugmedizinischen Institut der
Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

15. Kirchhoff, H.W.

Untersuchungen zur Beurteilung der
Leistungsfähigkeit

Aus dem Flugmedizinischen Institut
der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

16. Kirchhoff, H.W.

Wege körperlicher Ertüchtigung
Aus dem Flugmedizinischen Institut
der Luftwaffe, Fürstenfeldbruck

17. Kirchhoff, H.W., Reindell, H. und Gebauer, A.

Untersuchungen über die Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe, das Atemminutenvolumen, Atemäquivalent und den respiratorischen Quotienten während körperlicher Belastung bei Normalpersonen und Hochleistungssportlern
Deutsches Archiv für klinische Medizin Bd 203, 423 - 447

18. König, K., H. Roskamm, Löffel, R. Thomae, W. Güttel und H. Reindell

Systematische Trainingsversuche auf dem Ergometer bei 80 Rekruten
Mitteilung II
Zschr. Sportarzt und Sportmedizin 1, 5 - 15 (1967)

19. Lehmann, G.

Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin
I Band Arbeitsmedizin
Urban und Schwarzenberg Verlag
Berlin - München - Wien (1961)

20. Mellerowicz, H.

Vergleichende Untersuchungen über das Ökonomieprinzip des trainierten Kreislaufs und seine Bedeutung für die praeventive und rehabilitive Medizin
Archiv für Kreislaufforschung (1956)

21. Mies, H.

Das Intervalltraining als physiologisches Problem
Jahrbuch des Sports 1956
Limpert Verlag - Frankfurt am Main (1956)

22. Morgan und Adamson

Circuittraining
6 Bell und Sons, Ltd London

23. Morehouse L.E. und Miller A.T.

Physiology of Exercise
The C.V. Mosley Company St. Louis
(1959)

24. Nöcker, J.

Die biologischen Grundlagen der
Leistungssteigerung durch Training
Verlag Karl Hofmann, Schondorf
(1960)

25. Reindell H., H. Roskamm und W. Gerschler

Das Intervalltraining
Johann Ambrosius Barth Verlag, München
(1962)

26. Roskamm, H. und D. Clasing

Die Abhängigkeit des Trainingsef-
fektes von der Trainingsart
Zschr. Sportarzt und Sportmedizin 1,
16 - 23 (1967)

27. Ruegsegger, H.

Der Magglinger Konditionstest
Zschr. Starke Jugend - Freies Volk 7
Schweiz (1964)

28. Stegemann, J.

Leistungsphysiologie
Physiologische Grundlagen der Arbeit
und des Sports
Georg Thime Verlag (1971)

29. Simkin, N.W.

Physiologische Charakteristik von
Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer
Sportverlag Berlin (1960)

30. Wells, J.B., J. Parizkova und E. Jokl

Fitness and Fatness
Reprinted from "Physical Education in
School"
Institute for Research in Physical
Culture
Warsaw (1962)

31. Williams, J.G.P.

Medical Aspects of Sport and Physical Fitness
Pergamon Press Oxford-London, New York, Paris, Frankfurt (1965)

Danksagung

Für die Überlassung des Themas möchte ich Herrn Prof. Dr. Pöschl aus der Sportmedizinischen Abteilung der Chirurgischen Universitätsklinik München danken.

Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden am Flugmedizinischen Institut der Luftwaffe in Fürstenfeldbruck durchgeführt, wofür ich Herrn Generalarzt Dr. Kohler danken möchte.

Ganz besonderen Dank sage ich Herrn Prof. Dr. Kirchhoff, dem Leiter der -Kardiologischen Abteilung- des Flugmedizinischen Instituts in Fürstenfeldbruck. Herr Prof. Dr. Kirchhoff ermöglichte es mir, diese Arbeit durchzuführen und unterstützte mich in jeder Weise.

Herrn Dipl. Phys. Dr. Burkhart möchte ich für seine Einführung in die statistischen Probleme dieser Arbeit danken.

L e b e n s l a u f

Als viertes Kind der Eheleute Studienrat Edmund Gerdes und seiner Frau Martha Gerdes, geborene Drießen wurde ich am 26.01.1940 in Berlin geboren.

Nach vierjährigem Besuch der katholischen Volksschule in Peine/Hannover ging ich Ostern 1950 auf das Mercator-Gymnasium zu Duisburg und legte dort im März 1959 die Reifeprüfung ab.

Von 1959 an studierte ich in Köln an der Deutschen Sporthochschule und an der Universität zu Köln. 1963 beendete ich mein Studium an der Sporthochschule als Diplom-Sportlehrer.

Meine Studien an der Universität zu Köln begann ich mit der Absicht Philologe zu werden und studierte Chemie und Biologie. 1962 wechselte ich die Fakultät und begann Humanmedizin zu studieren.

1966 legte ich die ärztliche Vorprüfung ab. Anschließend setzte ich meine Studien an der Universität zu Düsseldorf fort.

1969 beendete ich dort mein Studium mit dem Bestehen der ärztlichen Prüfung.

Die Medizinalpraktikantenzeit begann ich im Mai 1969 am evangelischen Krankenhaus in Dinslaken. Nach einjähriger Tätigkeit wurde ich zur Bundeswehr einberufen. Von Juni 1970 an war ich in der Luftwaffensanitätsstaffel des Fliegerhorstes Fürstenfeldbruck als Stabsarzt eingesetzt, seit Juni 1971 befinde ich mich in der Abteilung für Experimentelle Flugphysiologie des Flugmedizinischen Instituts Fürstenfeldbruck.

Seit 1966 bin ich verheiratet und habe zwei Söhne im Alter von zweieinhalb und einhalb Jahren.